

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-110611

(43)Date of publication of application : 12.04.2002

(51)Int.Cl.

H01L 21/304

(21)Application number : 2000-304638

(71)Applicant : TEXAS INSTR JAPAN LTD

(22)Date of filing : 04.10.2000

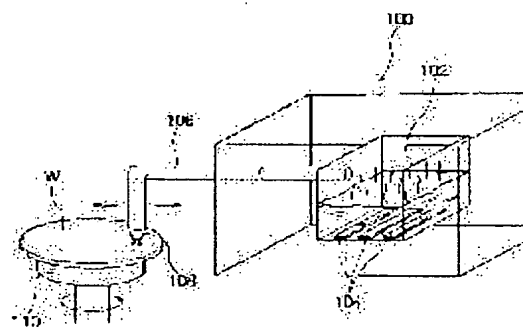
(72)Inventor : TSUGA TOMOHITO

(54) METHOD AND APPARATUS FOR CLEANING SEMICONDUCTOR WAFER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To clean a semiconductor wafer without having to use harmful chemical liquid, such as a pyraner and an organic solvent.

SOLUTION: Ultra pure water is heated for generating vapor, and the vapor is sprayed onto the surface of the semiconductor wafer at a temperature of 85° C or higher. Even though the vapor is sprayed with a low pressure of 4.5 kg/cm² or lower, photoresist or organic matters is removed from the surface of the semiconductor wafer.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-110611

(P2002-110611A)

(43) 公開日 平成14年 4月12日 (2002. 4. 12)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 1 L 21/304

識別記号

6 4 5

F I

H 0 1 L 21/304

テームコード(参考)

6 4 5 B

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-304638(P2000-304638)

(22) 出願日 平成12年10月 4日 (2000. 10. 4)

(71) 出願人 390020248

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社

東京都新宿区西新宿六丁目24番 1号

(72) 発明者 都賀 智仁

茨城県稲敷郡美浦村木原2350 日本テキサ

ス・インスツルメンツ株式会社内

(74) 代理人 100098039

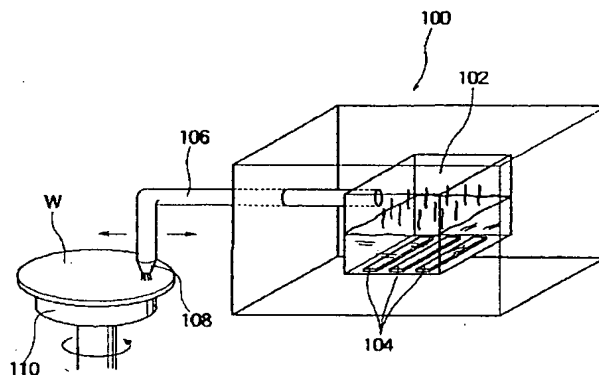
弁理士 遠藤 恭

(54) 【発明の名称】 半導体ウェハの洗浄方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 ピラナーや有機溶剤のような有害な薬液を用いることなく、半導体ウェハの洗浄を行う。

【解決手段】 超純水を加熱して水蒸気を生成し、これを85℃以上の温度で半導体ウェハ表面に吹き付ける。4. 5 k g / c m²以下という低い圧力で上記水蒸気を吹き付けたにも拘わらず、半導体ウェハ表面からフォトリソグレイス又は有機物が除去された。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体ウェハ表面からフォトリソト又は有機物を除去する半導体ウェハの洗浄方法であって、超純水を加熱して水蒸気を生成する工程と、上記水蒸気を上記半導体ウェハ表面に吹き付けて上記半導体ウェハ表面からフォトリソト又は有機物を除去する工程と、を有する半導体ウェハの洗浄方法。

【請求項2】 上記水蒸気を上記半導体ウェハ表面に吹き付ける工程において、上記半導体ウェハ表面に吹き付けられる水蒸気の温度が85℃以上である請求項1に記載の半導体ウェハの洗浄方法。

【請求項3】 上記水蒸気を上記半導体ウェハ表面に吹き付ける工程において、上記半導体ウェハ表面に吹き付けられる水蒸気の圧力が5 kg/cm²以下である請求項1又は2に記載の半導体ウェハの洗浄方法。

【請求項4】 上記水蒸気を上記半導体ウェハ表面に吹き付ける工程において、上記半導体ウェハ表面に吹き付けられる水蒸気の圧力が1 kg/cm²以上である請求項3に記載の半導体ウェハの洗浄方法。

【請求項5】 上記水蒸気を上記半導体ウェハ表面に吹き付ける工程において、上記半導体ウェハ表面に水蒸気を吹き付ける時間が30秒以下である請求項1～4の何れかに記載の半導体ウェハの洗浄方法。

【請求項6】 上記半導体ウェハを回転させる工程を更に有し、

上記水蒸気を上記半導体ウェハ表面に吹き付ける工程は、上記回転する半導体ウェハ表面に上記水蒸気を吹き付けるものである請求項1～5の何れかに記載の半導体ウェハの洗浄方法。

【請求項7】 上記水蒸気に紫外光を照射して上記半導体ウェハ表面に吹き付けられる水蒸気の水酸ラジカルを増大させる工程を更に含む請求項1～6の何れかに記載の半導体ウェハの洗浄方法。

【請求項8】 上記水蒸気を上記半導体ウェハ表面に吹き付ける工程は、上記半導体ウェハ表面上を相対的に移動するノズルから上記水蒸気を噴出させる工程を有する請求項1～7の何れかに記載の半導体ウェハの洗浄方法。

【請求項9】 半導体ウェハ表面からフォトリソト又は有機物を除去する半導体ウェハの洗浄装置であって、超純水を加熱して水蒸気を生成する水蒸気生成手段と、上記水蒸気生成手段により生成された水蒸気を上記半導体ウェハ表面に吹き付けて上記半導体ウェハ表面からフォトリソト又は有機物を除去する水蒸気噴霧手段と、を有する半導体ウェハの洗浄装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体ウェハ表面からフォトリソト又は有機物を除去する半導体ウェハの洗浄方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体装置の製造プロセスにおいては、リソグラフィ及びエッチングによる微細加工技術により、半導体ウェハ表面に回路設計に基づいた微細パターンが形成される。半導体ウェハ表面のリソグラフィ工程においては、フォトリソト（感光性有機高分子）の溶液をスピコート法により、例えば多結晶Si薄膜を備えた半導体ウェハ表面上に塗布し、ベーキングして溶媒を除去する。次いで、所定の設計パターンを有するフォトマスクを通して、フォトリソトに紫外線を露光し、これによって現像液に対し可溶性となったフォトリソトの部分を除去し、所望のパターンを得る。後のエッチング工程においては、このパターンをマスク材料として多結晶Siをエッチングする。半導体ウェハ表面上のフォトリソトは、各エッチング工程の後に、薬液を用いた洗浄工程において除去される。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 従来から知られているフォトリソトの除去を目的とした洗浄方法は、O₂プラズマ等を利用したドライアッシング工程後、130℃以上に加熱された一般にピラナーと呼ばれる、硫酸と過酸化水素水との混液（H₂SO₄/H₂O₂）を用いて行われる。

【0004】 しかしながら、ピラナーを用いてフォトリソトを除去する方法においては、以下に示すような各種の問題が指摘されている。

（1）ピラナーによる洗浄は、130℃を超える高温下で行なわれるため、薬液の収容、循環、ろ過、排出のための特別な耐薬液性及び耐熱性のある材料を用いて装置を構成する必要があり、洗浄装置がかなり高価になる。

（2）酸化剤として過酸化水素水を使用するので、フォトリソトとの反応の際、その副産物として水（H₂O）が生成されるが、水は洗浄槽内の薬液の濃度を低下させ、フォトリソトの除去能力を低下させる。

（3）溶液は、通常、約98%硫酸と約3%過酸化水素水を、3：1～4：1の割合で混合させた高濃度の薬液であるため、有害であり環境に与える影響が大きい。また、洗浄においてはこの溶液が多量に消費されると共に、その廃液処理にも膨大な費用が掛かる。

（4）洗浄は、通常、いわゆるバッチ式洗浄（槽内洗浄）で行なわれるため、半導体ウェハ表面から除去されたフォトリソトやその他の不純物が槽内に蓄積し、半導体ウェハに再度パーティクルとして付着する可能性が極めて高い。この問題を低減するために、薬液交換が定期的に行なわれるが、交換に際してはその冷却を行なう必要があり、作業時間及び手数が多く掛かっている。

【0005】 また、アルミや銅からなるメタル配線工程における洗浄では、ピラナーの代わりに有機溶剤が使用されている。更に、近年では、上記ピラナーに代わるものとして、オゾンガスを硫酸に添加させたオゾン含有硫酸（O₃/H₂SO₄）や、オゾンガスを超純水に添加させたオ

ゾン含有水 (O_3/DIW) などを用いた洗浄が適用されつつある。

【0006】しかしながら、上記有機溶剤は、ジメチルホルムアミド (DMF) 等を含む極めて有害な薬液であり、その使用の削減が望まれていると共に、ピラナー同様、その消費コスト及び廃液コストは莫大である。

【0007】また、上記オゾン含有硫酸 (O_3/H_2SO_4) を使用する洗浄では、この溶液を生成するために、槽内の高濃度 ($100 \sim 150^\circ C$) の硫酸中にオゾンガスを噴射させるが、この工程においてオゾンの気泡の大きさが不均一となるため、オゾン溶液内に均等に分布させることが非常に難しく、これが洗浄の質のばらつきを生じさせる。また、この場合も、高温/高濃度薬液を使用するために、ピラナー使用時における上記問題点 (1)

(3) 及び (4) と同様の問題がある。

【0008】一方で、オゾン含有水 (O_3/DIW) を用いた洗浄は、コストや環境汚染の点において上記各溶液を用いる場合に比して有利であるものの、その洗浄能力は低く、半導体ウェハ表面からフォトリソストを除去するためには、高濃度 ($60 ppm$ 以上) でこれを生成する必要がある。このため、通常、洗浄部材として使用される耐薬液性に富んだ PFA (4 フッ化エチレン・パーフロロアルキルビニルエーテル共重合体樹脂) や PTFE (4 フッ化エチレン樹脂) などのテフロン (登録商標) に対しても、長期間の使用においてはダメージを与え、これが汚染の原因となる。また、 $60 ppm$ 以上のオゾン含有水を得るためには、脱気した超純水を約 $5^\circ C$ まで冷却させなければならない。このオゾン含有水をバッチ式洗浄で適用する場合、その温度及び濃度の精密なコントロールは非常に困難である。

【0009】従って本発明の目的は、上記従来の溶液を用いたフォトリソストの洗浄における問題点を解決した半導体ウェハの洗浄方法及び装置を提供することにある。

【0010】本発明はまた、半導体ウェハ表面に付着した有機物を効果的に除去する半導体ウェハの洗浄方法及び装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】 発明者は、上記従来の溶液を用いることなく、超純水を加熱して蒸気とし、これを半導体ウェハ表面に吹き付けることにより、その上のフォトリソスト及び有機物を除去する画期的洗浄方法を見出した。すなわち、本発明は、半導体ウェハ表面からフォトリソスト又は有機物を除去する半導体ウェハの洗浄方法であって、超純水を加熱して水蒸気を生成する工程と、上記水蒸気を上記半導体ウェハ表面に吹き付け、これによって該半導体ウェハ表面からフォトリソスト又は有機物を除去する工程とを備えて構成される。

【0012】上記本発明の方法によってフォトリソスト又は有機物が除去されるメカニズムは、現段階では明ら

かにされていないが、超純水を蒸気化することによって、超純水にあるエネルギーが与えられ、双極子モーメントを持つ非常に稀な特性を持つ H_2O の集まり ($(H_2O)_n$) が変化し、その特有の粘性率、浸透性、ラジカル (H^* , $O H^*$) の数などを変化させ、フォトリソスト又は有機物を除去できる溶液 (水蒸気) となるものと考えられる。

【0013】ここで、実験によれば、上記水蒸気を上記半導体ウェハ表面に吹き付ける工程において、上記半導体ウェハ表面に吹き付けられる水蒸気の温度は $85^\circ C$ 以上であることが好ましい。

【0014】また、上記半導体ウェハ表面に吹き付けられる水蒸気の圧力は $5 kg/cm^2$ 以下でよく、また $1 kg/cm^2$ 以上が好ましい。

【0015】また、上記半導体ウェハ表面に水蒸気を吹き付ける時間は 30 秒以下とすることができる。

【0016】本発明はまた、上記半導体ウェハを回転させる工程を更に含み、上記水蒸気を上記半導体ウェハ表面に吹き付ける工程は、上記回転する半導体ウェハ表面に上記水蒸気を吹き付けるものとすることができる。

【0017】本発明はまた、上記水蒸気に紫外光を照射し、これによって上記半導体ウェハ表面に吹き付けられる水蒸気の水酸ラジカルを増大させる工程を更に含んで構成することもできる。

【0018】本発明の具体的な方法において、上記水蒸気を上記半導体ウェハ表面に吹き付ける工程は、上記半導体ウェハ表面上を相対的に移動するノズルから上記水蒸気を噴出させる工程を含むことができる。

【0019】本発明はまた、半導体ウェハ表面からフォトリソスト又は有機物を除去する半導体ウェハの洗浄装置に関する。本発明の装置は、超純水を加熱して水蒸気を生成する水蒸気生成手段と、上記水蒸気生成手段により生成された水蒸気を上記半導体ウェハ表面に吹き付け、これによって該半導体ウェハ表面からフォトリソスト又は有機物を除去する水蒸気噴霧手段とを備えて構成される。

【0020】

【発明の実施の形態】 以下、本発明の実施形態を図面に沿って説明する。図 1 は本発明に係る洗浄方法を実施するために構成された洗浄装置の一実施形態の概略構成を示している。以下の説明では、シリコンウェハ上の酸化膜 (SiO_2) を加工するために用いたフォトリソストを、ウェハ表面から除去する場合に従って本発明を説明する。

【0021】本発明に係る洗浄装置 100 は、超純水 (DIW) を水蒸気化してシリコンウェハ W 上に噴霧するもので、装置内に貯水槽 102 を備える。貯水槽 102 は、一定量の超純水を貯水する容量を有し、貯水槽 102 内の超純水は、その底部に配置された電熱線ヒータその他の熱源 104 によって沸騰され、これによって水蒸気化される。後述する実験データから明らかなよう

に、本発明の実施においては、シリコンウェハWに与えられる水蒸気の温度が重要である。実験の結果から、この温度は、少なくとも85℃以上であることが好ましく、90℃以上であることがより好ましい。

【0022】貯水槽102の上部からは、蒸気配送パイプ106が延びており、貯水槽102内で生成された水蒸気は、ここを通してその先端のノズル108から大気中に所定圧力で噴霧され、シリコンウェハWの表面に与えられる。ノズル108は、シリコンウェハWの表面に臨んで配置される。本発明の実施に際し、シリコンウェハWの表面に与えられる水蒸気の圧力は、必ずしも高いレベルのものである必要はない。しかしながらその一方で、水蒸気は一定の圧力をもってシリコンウェハWに噴霧されることが必要である。実験結果によれば、シリコンウェハWに噴霧される水蒸気の圧力は、 5 kg/cm^2 以下でよく、好適な実施形態において 1.1 kg/cm^2 以上であればよい。シリコンウェハWの表面に、上記適切な圧力の水蒸気を与えられるように、ノズルの口径及び設置高さ、並びに必要であれば圧力調整弁の設定が調整される。

【0023】好適な実施形態において、ノズル108は、シリコンウェハWの半径方向に沿って移動可能に構成される。一方、シリコンウェハWは、ウェハチャック、またはウェハホルドピン（ピンはフッ素樹脂製であり、その本数は3～8本である。）によりターンテーブル110上に固定されている（ターンテーブル110は図示しない除塵処理を施した筐体内に設置されている）。洗浄装置100によりシリコンウェハWの表面に蒸気が噴霧される際、ターンテーブル110が駆動され、シリコンウェハWが回転される。ターンテーブル110による回転及び上記ノズル108の半径方向の移動により、シリコンウェハWの全域に渡って、上記水蒸気の噴霧が可能になる。本発明の実施に際し、ターンテーブル110の回転数は、 $100\sim2000\text{ rpm}$ 程度でよい。もっとも、シリコンウェハWの半径方向に延びる配送パイプの下面に沿って、複数の蒸気排出口を所定間隔で形成して、前記ノズルを構成するようにしてもよい。また、一定の圧力で水蒸気がシリコンウェハWの表面に与えられることが保証される限り、ノズル108は、シリコンウェハWに臨んでいなくともよい。複数枚のシリコンウェハWを、単一のシリンダ上に同軸で所定間隔を空けて保持し、その側方においてシリコンウェハWに向けてノズルを配置し、超純水による水蒸気を噴霧するように構成することもできる。当業者であれば、水蒸気をシリコンウェハWの表面全域に所定の圧力で噴霧するために、多種多様な周知の技術が利用できることを理解するであろう。

【0024】上記構成からなる洗浄装置100を用いたシリコンウェハWの洗浄は、以下の手順により実施される。洗浄装置の貯水槽102内に室温（25℃程度）の

超純水を供給し、熱源104を加熱することによって、これを沸騰させて水蒸気を生成する。熱源104の出力や貯水槽102の圧力調整弁を調整することにより、生成された水蒸気を所定温度まで昇温する。

【0025】一方で、図示しない除塵処理を施した筐体内にシリコンウェハWをロボットハンドその他の搬送手段により搬入し、ウェハチャックを介してターンテーブル110上に固定する。ノズル108をシリコンウェハW上に設置し、ターンテーブル110を $100\sim2000\text{ rpm}$ 及びノズル108を $0.5\sim2.0\text{ cm/秒}$ 程度で駆動した状態で、ノズル108を開放し、上記生成された所定温度の水蒸気をシリコンウェハW上に噴霧する。3～30秒程度、上記蒸気化された超純水による洗浄を実施し、処理を終える。上記洗浄においてはその溶液として超純水のみが使用されるので、廃液はそこに含まれるフォトレジストのみをフィルタ除去し、そのまま水として廃液するか、再利用することができる。

【0026】

【実施例】（実施例1）発明者は、本発明による洗浄方法の効果を検証するために、複数の条件で実験を行った。実験は、2-ヘプタノン、ノボラック樹脂を主成分とする代表的なフォトレジストを、6インチのシリコンウェハ上に 11000 Å の厚さで塗布し、約 110°C でベークしたのち、プラズマでエッチングを行ったものをサンプルとした。水蒸気の圧力、温度及び洗浄時間を変化させて、蒸気化させた超純水をシリコンウェハ表面に噴霧し、その後のフォトレジストの残膜厚を膜厚測定器により測定した。本発明に係る蒸気化させた超純水をシリコンウェハ表面に噴霧させるに際し、その圧力を $1.1\sim4.5\text{ kg/cm}^2$ 、温度を $80\sim145^\circ\text{C}$ 、洗浄時間を $10\sim30$ 秒の間で変化させた。また、比較のため、蒸気化しない常温及び 95°C に加熱した超純水及び窒素（ N_2 ）ガスを溶液として洗浄を行った場合の結果を測定した。なお、水蒸気を噴霧するために口径 3 mm のノズルを用い、シリコンウェハの表面上 3 mm の位置に設置した。測定の結果を図2に示す。

【0027】結果において、蒸気化しない常温及び 95°C に加熱した超純水及び窒素（ N_2 ）ガスを溶液として洗浄を行った場合は、その圧力や洗浄時間を上げてもフォトレジストを効果的に除去することはできなかったが、本発明に係る蒸気化した超純水を用いた場合は、所定の条件においてフォトレジストが効果的に除去された。なお、表中の残存レジスト厚 100 Å 以下は、洗浄後のフォトレジストの膜厚が、測定に用いられた膜厚測定器の側適限界以下であったことを示している。この結果より、蒸気化された超純水の温度が 85°C 以上であれば、噴霧する圧力は 2.2 kg/cm^2 と極めて低いものでも、30秒以下の洗浄を行えばフォトレジストが除去されることが示された。また、温度が 90°C 以上であれば、 2.2 kg/cm^2 の圧力で10秒以下、 1.1 k

g/cm^2 の圧力で30秒以下の洗浄を行えば効果的にフォトリソレジストが除去されることが示された。更に、実験においては、温度 145°C 、圧力 $4.5\text{ kg}/\text{cm}^2$ の条件で、3秒以下の洗浄時間でフォトリソレジストがウェハ表面から除去された結果が得られた。

【0028】（実施例2）発明者は更に、前記と同様の条件で、シリコンウェハ上に付着した有機汚染物の除去を行った。本実施に際しては、水蒸気の圧力を $4.5\text{ kg}/\text{cm}^2$ 、温度を 90°C 、洗浄時間を60秒とした。シリコンウェハに付着した汚染物質の濃度を洗浄の前後で比較した。その結果を図3に示す。図で明らかなように、洗浄前に表面に付着していた有機汚染物は、洗浄後に顕著に低下していた。尚、図3のデータは、 n -ヘキサン($\text{C}_{16}\text{H}_{34}$)で質量換算して表したものであり、昇温脱離法(Thermal Desorption Spectroscopy Method)により得た。

【0029】以上のように、超純水を蒸気化してウェハ表面に噴霧するだけという極めて単純な、しかしながら誰も予想だにしない方法を、半導体ウェハにおけるフォトリソレジストや有機物の洗浄のために適用することによって、これらが効果的に除去され得るものであることが示された。

【0030】以上、本発明の実施形態及び実施例を図面に沿って説明した。しかしながら本発明は前記実施形態に示した事項に限定されず、特許請求の範囲の記載に基づいてその変更、改良等が可能であることは明らかである。超純水からなる水蒸気に、所定波長（例えば、 242 nm 以下、好ましくは 172 nm 以下）の紫外線を照射し、これによって水蒸気の水酸ラジカルの発生を促進させ、酸化還元電位を上げることで、その洗浄能力を向上させることができるであろう。この場合に、紫外線は水蒸気に直接照射してもよいし、また半導体ウェハの表面に向けて照射してもよい。また、紫外線以外の光を照射するようにしてもよい。更に、上記において水酸ラジカルをより多く発生させるために、超純水に O_2 を含有さ

せる（溶解モジュールを介する方法や O_2 ガスをバブリングする方法を用いることができる）ことが好ましい。また、水蒸気の圧力は、半導体ウェハ上に形成されたパターンへのダメージを考慮すると、 $30\text{ kg}/\text{cm}^2$ ぐらいまで高めることができる。この場合、洗浄時間は非常に短くなる。

【0031】

【発明の効果】以上の如く本発明は、蒸気化した超純水のみをその洗浄溶液として用いているので、以下のようなさまざまな利益が得られる。

（1）本発明による洗浄方法においては、ピラナーや有機溶剤などの有害な薬液を一切使用しないので、その環境性に極めて優れ、従来の薬液消費コスト、廃液処理コストを大幅に削減できる。

（2）洗浄工程及びその装置構成を極めて単純化できるので、作業工数、作業時間を大幅に短縮でき、また必要設備コスト及び装置の占有面積を極小化できる。

（3）本発明によれば、極めて高効率にフォトリソレジスト及び有機物の除去を達成できるので、そのウェハによるデバイスの性能向上が期待される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る洗浄方法を実施するために構成された洗浄装置の一実施形態の概略構成図である。

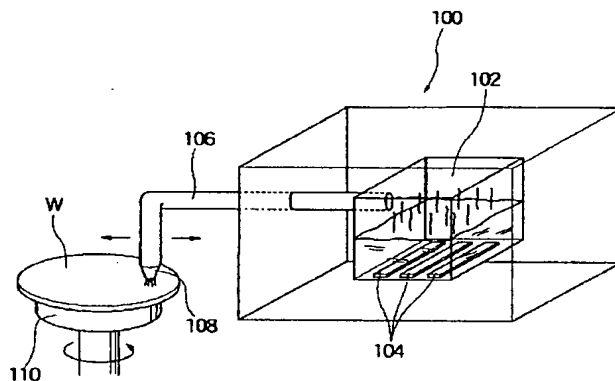
【図2】本発明によるフォトリソレジストの除去性能を測定した結果を示す表である。

【図3】本発明による有機物の除去性能を測定した結果を示す表である。

【符号の説明】

- 100 洗浄装置
- 102 貯水槽
- 104 熱源
- 106 蒸気配送パイプ
- 108 ノズル
- 110 ターンテーブル

【図1】



【図2】

| I D | 条件 | | | | 残存レジスト厚 |
|-----|--------|-----------------------------|--------------|---------------|---------------|
| | 洗浄溶液 | 圧力 (kg/cm ²) | 温度 (deg.) | 洗浄時間 (sec) | |
| 1 | 蒸気化超純水 | 4.5 | 145 | 10 | 100 Å 以下 (OK) |
| 2 | 蒸気化超純水 | 4.5 | 110 | 10 | 100 Å 以下 (OK) |
| 3 | 蒸気化超純水 | 4.5 | 105 | 10 | 100 Å 以下 (OK) |
| 4 | 蒸気化超純水 | 4.5 | 90 | 10 | 100 Å 以下 (OK) |
| 5 | 蒸気化超純水 | 4.5 | 85 | 30 | 100 Å 以下 (OK) |
| 6 | 蒸気化超純水 | 4.5 | 85 | 20 | 10000 Å (NG) |
| 7 | 蒸気化超純水 | 4.5 | 80 | 20 | 10000 Å (NG) |
| 8 | 蒸気化超純水 | 2.2 | 90 | 10 | 100 Å 以下 (OK) |
| 9 | 蒸気化超純水 | 2.2 | 85 | 30 | 100 Å 以下 (OK) |
| 10 | 蒸気化超純水 | 2.2 | 85 | 20 | 10000 Å (NG) |
| 11 | 蒸気化超純水 | 2.2 | 80 | 20 | 10000 Å (NG) |
| 12 | 蒸気化超純水 | 1.1 | 145 | 10 | 100 Å 以下 (OK) |
| 13 | 蒸気化超純水 | 1.1 | 110 | 10 | 100 Å 以下 (OK) |
| 14 | 蒸気化超純水 | 1.1 | 105 | 10 | 100 Å 以下 (OK) |
| 15 | 蒸気化超純水 | 1.1 | 95 | 10 | 100 Å 以下 (OK) |
| 16 | 蒸気化超純水 | 1.1 | 90 | 30 | 100 Å 以下 (OK) |
| 17 | 蒸気化超純水 | 1.1 | 90 | 20 | 11000 Å (NG) |
| 18 | 蒸気化超純水 | 1.1 | 85 | 20 | 10000 Å (NG) |
| 19 | 超純水 | 30 | 25 | 20 | 10000 Å (NG) |
| 20 | 窒素ガス | 4.5 | 180 | 60 | 11000 Å (NG) |
| 21 | 加熱超純水 | 0 | 95 | 60 | 11000 Å (NG) |

【図3】

| 有機物除去結果 (n-ヘキサン (C ₆ H ₁₄) 質量換算) | |
|---|---------------------------|
| 洗浄前 | 洗浄後 |
| 10.6 (pg/cm ²) | 2.9 (pg/cm ²) |